

迷彩刨花板的研制及力学性能分析

赖惟永¹, 侯伦灯², 叶博雄³, 于再君¹, 苏团¹

(1. 龙岩学院, 龙岩 364012; 2. 福建农林大学, 福州 350002;

3. 国立云林科技大学, 台湾 云林 64001)

摘要: **目的** 研究不同色彩处理方式对大片刨花表面相对自由基浓度的影响, 及不同迷彩组合色对板材力学性能的影响。**方法** 通过对大片刨花进行煮沸染色, 采用电子自旋共振波谱仪对各类处理方式刨花检测其相对自由基浓度, 然后根据不同迷彩色方案进行压制板材, 采用万能力学电子实验仪检测其力学性能, 分析不同迷彩刨花板的相对自由基浓度与力学性能的关系。**结果** 刨花的不同处理方式(煮沸与否、染色与否、染料种类、染料浓度等)对其相对自由基浓度影响方差分析 F 值为 119.4; 5 类不同色刨花板的力学性能 MOR 方差值为 9.38; 丛林迷彩板材力学强度最高, 弹性模量为 5883.47 MPa, 结合强度为 0.68 MPa, 静曲强度为 52.37 MPa。**结论** 各迷彩色酸性染料染色处理对刨花表面的相对自由基浓度有显著影响, 有益于板材的胶合性能; 4 种常见迷彩配色方案中, 板材的力学性能也有所提升, 尤其是丛林迷彩板材具备较优的力学性能。

关键词: 迷彩刨花板; 迷彩配色方案; 染色大片刨花; 相对自由基浓度; 力学性能

中图分类号: TS653.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)13-0038-05

Development of Camouflage Particle Board and Analysis of Its Mechanical Properties

LAI Wei-yong¹, HOU Lun-deng², YE Bo-xiong³, YU Zai-jun¹, SU Tuan¹

(1. Longyan University, Longyan 364012, China; 2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

3. National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan Yunlin 64001, China)

ABSTRACT: This work aimed to study the effects of different color treatments on the relative free radicals concentration of boiling dyeing flake surface, and the effects of different camouflage color combinations on the mechanical properties of the board. During the boiling dyeing of flakes, the relative free radicals of flakes which were differently treated were detected by the electron spin resonance spectrometer. Then different plates were pressed by different camouflage color schemes. Their mechanical properties were detected by universal mechanical electronic experiment instrument. And the relationship between the relative free radicals concentration and the mechanical properties of different Camouflage Particle boards was analyzed in this paper. The F value of variance of different treatments (boiled or not, dyed or not, the type of dye, the concentration of dye, etc.) was 119.4. The MOR variance of the mechanical properties of five different Camouflage Particle boards was 9.38. Jungle camouflage plates had the best mechanical properties, with parameters of MOE(5883.47 MPa), IB(0.68 MPa), MOR(52.37 MPa). Different dyeing treatments of acid dyes had significant influence on the relative free radicals concentration, and they were beneficial to the bonding strength of plate. The mechanical properties of plate were also improved by the four common camouflage color schemes. Especially, jungle camouflage

收稿日期: 2016-04-23

基金项目: 福建省教育厅 B 类项目 (JB10169)

作者简介: 赖惟永 (1982—), 男, 福建漳平人, 硕士, 龙岩学院讲师, 主要研究方向为木材科学与技术。

plates had relatively good mechanical properties.

KEY WORDS: camouflage particle board; camouflage color scheme; dyeing flake board; relative free radicals concentration; mechanical property

目前,应用于军事方面的设备包装运输、建筑以及其它各类工程中的木质材料,主要有胶合板、普通定向刨花板等,一般要通过对板材贴迷彩图案或者迷彩涂饰等才能达到迷彩伪装效果。研究以染色大片刨花为迷彩斑点,铺装压制出直接具有迷彩效果的板材,就可直接用于军事装备包装中,如包装箱、集装箱等,使军事装备在包装和运输过程中具有迷彩伪装效果。也可作为军事户外工程中的水泥模板或墙板,使工程主体在施工中和完工后都具有迷彩伪装效果^[1]。其特殊的迷彩装饰效果也可用于室内装修、军事主题建筑工程和木制品制作等方面,满足军事爱好者和特殊场所的需求。文中通过研制迷彩刨花板,并分析其力学性能,为迷彩刨花板的进一步研究奠定基础。

1 实验

1.1 染料

染料色彩及材质本身色彩决定迷彩板色彩,参考 GJB 4004。文中研究选用四色迷彩,为达到良好的迷彩伪装效果,板材迷彩色要从板材使用背景中提取^[2],板材预计常用环境有丛林背景、沙漠背景、海洋背景、城市背景等,相应的板材迷彩色有丛林迷彩(浅绿、绿色、棕色、黑色)、荒漠迷彩(黑色、棕色、黄色、浅白)、海洋迷彩(蓝色、浅白、黑色、浅棕色)、城市迷彩(黑色、蓝色、灰色、浅白)^[2-4]。共涉及黑色、浅白、棕色、浅棕色、浅绿色、绿色、蓝色、黄色、灰色等 9 种色彩^[5],其中浅白色可不染色,其色彩由刨花自身材色(浅白色)代替。

最常用的木材着色方式为染料染色,迷彩刨花板染料的选择主要从抗流失性、环保性、经济性、耐高温性等,及染色后板材胶合强度、耐老化性等方面考虑^[6]。酸性染料染色操作简单、色泽鲜艳、价格低廉、环境污染小,故文中选用酸性染料。

根据迷彩板所需染色色彩,选取对应的色彩与染料分别为:黑色、灰色,弱酸性黑 BR 染料;棕色、浅棕色,弱酸性棕 F-5R 染料;浅绿色、绿色,

酸性绿 P-3B 染料、蓝色,弱酸性蓝 BRN 染料、黄色,弱酸性黄 P-L 染料^[3,5]。色彩深浅由染液浓度大小来决定。

1.2 木材

生产大片刨花板最好的原料是松软的针叶材或软质阔叶材,如杉木、杨树和桉树。文中选用南方易得的柠檬桉,柠檬桉材色和纹理较统一、均匀,基本呈浅黄色,干材接近白色。需制取 2 类试样:刨花表面相对自由基浓度检测试样和制板用大片刨花。

1.3 胶黏剂

选用脲醛树脂胶,粘度为 445 mPa·s,固含量为 60%。

2 刨花试样相对自由基浓度检测

2.1 试样制作

为获取较准确的试验结果,在试件的选取、制作和保存过程中,要严格控制各因素的影响。试件木条取自材性较均匀的同一段^[7],旋切出厚度为 0.5 mm 的单板,然后制成 10 mm×2 mm×0.5 mm 的小木条 50 条,混合均匀后随机均分为 10 份,每份 5 条。

2.2 煮沸及染色工艺

采用煮沸染色工艺,10 份试样中 1 份不煮沸,1 份用水煮沸,其余 8 份煮沸染色,刨花和染液的体积比为 1:20,迷彩色中黑色、棕色、绿色、蓝色、黄色的染液质量分数为 1.0%,灰色、浅棕色、浅绿色等的染液质量分数为 0.2%。煮沸时间为 40 min^[8-10]。

2.3 试样自由基测定

2.3.1 测试设备及条件

采用德国产 Bruker ER200D-SRC 型电子自旋

共振波谱仪,由 ESR 波普曲线可获得自由基的相对浓度^[10—13]。

2.3.2 测试结论及分析

实验表明,不同的染料染色、不同染料浓度及不同的处理方式,使刨花相对自由基产生不同变化。由表 1 可看出,酸性黑 BR 染液(1.0%)染色刨花相对自由基浓度最大,未处理刨花的相对自由基浓度最小;同色染料中,染液浓度越高,染色刨花相对自由基浓度越高;不染色煮沸处理也可以大大提高刨花相对自由基浓度;不管染色与否,煮沸处理都可提高刨花相对自由基浓度;煮沸处理中,除了弱酸性黑 BR 染色处理的相对自由基浓度是高于直接水煮沸处理,其它染色处理均低于水煮沸处理。不同处理方式的刨花自由基浓度方差分析显示,平方和为 13 036,自由度为 9,均方为 2247,*F* 值为 119.4,其不同处理方式对刨花的自由基浓度影响高度显著。这主要是由于煮沸染色工艺在煮沸过程中去除了木材表面的钝化层,提高了其自由基浓度^[11]。刨花煮沸染色后,其相对自由基浓度高低基本与染料本身自由基浓度成正比。同时染料浓度越高,对刨花相对自由基浓度影响越大^[6]。

表 1 刨花相对自由基浓度试验结果

Tab.1 The test results of relative free radical concentration of particles

处理方式	平均自由基浓度 (放大 400 倍) 自旋数/mg	标准差	自由基 浓度高 低顺序
未处理	79.43	3.25	10 (7)
水煮沸	134.24	4.62	3 (2)
弱酸性黑 BR(1.0%)	162.19	2.79	1 (1)
弱酸性黑 BR(0.2%)	142.48	4.36	2
弱酸性棕-5R(1.0%)	112.37	3.75	8 (5)
弱酸性 F-5R(0.2%)	121.95	2.19	6
酸性绿 P-3B(1.0%)	120.66	3.21	7 (4)
酸性绿 P-3B(0.2%)	129.38	1.89	4
弱酸性 BRN(1.0%)	128.74	3.52	5 (3)
弱酸性黄 P-L(1.0%)	94.37	2.61	9 (6)

注:染液浓度为质量分数;括号内为不同染料与不同处理工艺对相对自由基浓度高低的排序。

5 类板材的表层刨花平均相对自由基浓度各不相同,本色板最低,丛林迷彩板最高,见表 2。

表 2 4 类迷彩组合色平均自由基浓度
Tab.2 The average free radical concentration of four camouflage color schemes

板材类型	刨花处理 方式(参考表 1)	平均自由基浓度 (放大 400 倍) 自旋数/mg	自由基 浓度高 低顺序
本色板	未处理	79.43	5
丛林迷彩板	浅绿、绿色、棕色、 黑色	131.15	1
荒漠迷彩板	黑色、棕色、黄色、 本色	112.09	4
海洋迷彩板	蓝色、黑色、浅棕 色、本色	123.08	3
城市迷彩板	黑色、蓝色、灰色、 本色	128.21	2

3 迷彩刨花板制作工艺

3.1 制备原材料

为使得板材制作工艺更贴近行业现状,文中研究采用定向刨花板原材制备方法,刨切出长 40~80 mm、宽 5~20 mm、厚 0.3~0.7 mm 的各类大片刨花^[13—14]。根据前面背景色迷彩方案进行各类染色,制备 8 类染色刨花和不染色刨花。

3.2 制板工艺

压制板材尺寸为 350 mm×350 mm×12 mm,芯层刨花占 50%,表层刨花占 50%,芯层刨花选用未处理刨花,施胶量占 10%,热压温度为 170 °C,热压时间为 12 min^[7,15]。迷彩板表层为各色刨花均匀铺装。

4 力学性能测试

4.1 测试设备及试样

采用 RGT-20A 电子万能力学试验机,按照 GB/T 17657—2013 分别测试板材内结合强度(IB)、弹性模量(MOE)和静曲强度(MOR),每种试样取 2 块板材,重复测试 8 组数据,求取平均值^[16—19]。

4.2 测试结果及分析

根据表 3 显示,不同迷彩组合色产生不同的力学强度,处理后的迷彩板力学强度都得到了加强,

同时, 对照表 2, 5 类板材的相对自由基浓度的高低和力学强度的大小的排序完全对应。5 类板材力学性能的方差分析显示, 不同煮沸染色处理对刨花力学强度的 MOE 影响值 F 为 0.45, 基本无影响, 对 MOR 影响值 F 为 9.38, 影响显著, 对 IB 影响值 F 为 5.23, 影响较显著, 随着自由基浓度的增大, 力学强度都有所提高。这是由于胶黏剂树脂之间与刨花表面的自由基产生作用, 改善了胶合性能^[11]。刨花制成后, 在干燥及存储过程中, 随着水分由里及外蒸发, 木材抽提物也会由里及外转移, 但是由于不挥发而停留在木材表面, 形成一层不利于胶合的钝化层。煮沸处理可除去刨花的钝化层, 提高刨花表面的相对自由基浓度。同时由于刨花吸附染料的原因, 染料本身也具备一定的相对自由基浓度。煮沸及染料吸附的综合作用总体提高了刨花表面的相对自由基浓度, 改善了刨花、胶黏剂间的胶合性能, 提高了板材力学强度。

表 3 5 类刨花板力学性能指标

Tab.3 he mechanical properties of five types of particle boards

板材类型	MOE/MPa	MOR/MPa	IB/MPa
本色板	5731.36	46.51	0.54
丛林迷彩板	5883.47	52.37	0.68
荒漠迷彩板	5796.68	47.73	0.58
海洋迷彩板	5804.51	49.19	0.62
城市迷彩板	5856.93	51.35	0.66

5 结语

大片刨花的不同处理方式(染色与否、染料种类、染料浓度等)对其相对自由基浓度影响显著。煮沸处理能提高刨花相对自由基浓度。在煮沸处理中, 只有弱酸性黑 BR 染色会进一步提高刨花相对自由基浓度, 其它染色反而比不染色煮沸处理的相对自由基浓度低。随着大片刨花平均相对自由基浓度的增加, 板材力学强度有所提高。4 类迷彩板材中, 丛林迷彩板具备较好的力学性能。

参考文献:

- [1] 赖惟永. 迷彩定向刨花板: 中国, z1201320208602.7 [P]. 2013-09-11.
LAI Wei-yong. Camouflage OSB: CN, z1201320208602.7 [P]. 2013-09-11.
- [2] 曹义, 才鸿年, 程海峰, 等. 变形迷彩伪装的技术指

标分析[J]. 红外技术, 2008, 30(2):118—122.

CAO Yi, CAI Hong-nian, CHENG Hai-feng, et al. Analysis of the Technical Items of Distortion Pattern Painting[J]. Infrared Technology, 2008, 30(2):118—122.

- [3] 邵笑, 朱家明, 李俐芸, 等. 基于多指标特征迷彩伪装效果的评价与设计[J]. 太原师范学院学报(自然科学版), 2015, 14(2):40—44.
SHAO Xiao, ZHU Jia-ming, LI Li-yun, et al. The Camo Effect Analysis Evaluation and Design[J]. Journal of Taiyuan Normal University(Natural Science Edition), 2015, 14(2):40—44.
- [4] 张勇, 吴文健, 刘志明. 仿生迷彩伪装设计[J]. 计算机工程, 2009, 35(6):35—40.
ZHANG Yong, WU Wen-jian, LIU Zhi-ming. Design of Bionic Camouflage Pattern[J]. Computer Engineering, 2009, 35(6):35—40.
- [5] 杨新玮, 罗钰言, 李锦簇, 等. 化工产品手册-染料及有机颜料[M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
YANG Xin-wei, LUO Yu-yan, LI Jin-chu, et al. Handbook of Chemical Products - Dyes and Organic Pigments[M]. Beijing: Chemistry Industry Press, 1999.
- [6] 金菊婉, 封维忠, 华毓坤. 彩色定向结构刨花板的研制[J]. 木材工业, 1999, 13(5):14—16.
JIN Ju-wan, FENG Wei-zong, HUA Yu-kun. Development of Colored OSB[J]. China Wood Industry, 1999, 13(5):14—16.
- [7] 李宏兵. 定向结构刨花板生产技术的研究与探讨[J]. 内蒙古林业科技, 2005(4):48—50.
LI Hong-bing. The Study of Production Technique of OSB[J]. Inner Mongolia Forestry Science & Technology, 2005(4):48—50.
- [8] 马掌法, 李延军, 金永明, 等. 速生杉木染色技术初步研究[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(3):321—324.
MA Zhang-fa, LI Yan-jun, JIN Yong-ming, et al. Effect of Dyeing on Fast-growing Chinese Fir Wood[J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2000, 17(3):321—324.
- [9] 刘晓健. 杨木和水曲柳单板仿珍染色的研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.
LIU Xiao-jian. Studies on the Artificial Dyeing of Poplar and Fraxinus Mandshurica Veneer[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2011.
- [10] 吕晓慧, 朱林峰. 速生杨木材染色处理工艺的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(1):70—74.
LYU Xiao-hui, ZHU Lin-feng. Study on Dyeing Treatment Technology of Fast-growing Poplar Wood[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2012, 32(1):70—74.
- [11] 欧年华. 用 ESR 研究木材中的自由基[J]. 林业科学, 1984, 20(1):50—56.
OU Nian-hua. An ESR Investigation on Free Radicals Occurring on Wood Surface[J]. Scientia Silvae Sinicae, 1984, 20(1):50—56.
- [12] 蔡力平. 高压蒸汽处理对刨花表面自由基浓度的影

- 响[J]. 木材工业, 1992, 6(3):2—5.
- CAI Li-ping. Effect of High Pressure Steam Treatment on the Concentration of Free Radicals[J]. China Wood Industry, 1992,6(3):2—5.
- [13] DAVID N S. Characteristic of Free Radicals in Wood [J]. Wood and Fiber Sci, 1988(12):121—130.
- [14] 龚迎春, 李晓平, 吴章康, 等. 烟秆制备刨花板的力学性能研究[J]. 西部林业科学, 2013, 42(6):115—118.
- GONG Yin-chun, LI Xiao-ping, WU Zhang-kang, et al. Research on the Mechanical Properties of Particle-board of Tobacco Rod[J]. Journal of West China Forestry Science, 2013, 42(6):115—118.
- [15] BARANOV A V, MORYANOV A P. Improvement of Dyeing Technologies for Polyester Textiles[J]. Fiber Chemistry, 2001, 33(5):368—371.
- [16] NEIL A W, DEBBIE M L. Effects of Ultraviolet Absorbers on Rates of Anaerobic Coloration Lignin Model Compounds[J]. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 1998, 11(4):75—79.
- [17] GRAY A. The Wettability of Wood[J]. Forest Prod J, 1962, 12(9):452—461.
- [18] VAKHITTOVA N A, SAFONOV V. Effect of Chitosan on the Efficiency of Dyeing Textiles with Active Dyes [J]. Fiber Chemistry, 2003, 35(1):27—28.
- [19] 余德新, 宋一然, 范毡仔, 等. 刨花板吸水和吸湿特征及其对力学性能的影响[J]. 中南林学院学报, 1992, 12(2):178—182.
- YU De-xin, SONG Yi-ran, FAN Zan-zi, et al. Water Absorption and Hygroscopicity of Particle Board and Their Effects on Its Mechanical Properties[J]. Journal of Central-South Forestry College, 1992, 12(2):178—182.